

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)

PCT/JP 99/05568

08.10.88

JP99/15568
日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 22 OCT 1999	
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1998年10月29日

出 願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第308989号

出 願 人
Applicant (s):

富士通株式会社

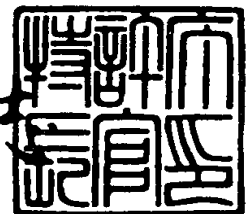
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a)OR(b)

1999年 7月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3049044

【書類名】 特許願
【整理番号】 9803328
【提出日】 平成10年10月29日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 5/33
【発明の名称】 磁気ヘッド及びハードディスク装置
【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 佐藤 雅重

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 菊地 英幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 小林 和雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087479

【弁理士】

【氏名又は名称】 北野 好人

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003300

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704681

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッド及びハードディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、

前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されている
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 の磁気ヘッドにおいて、
前記高い透磁率を有する部材は、前記強磁性トンネル接合素子から離間して形成されたシールド層である
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の磁気ヘッドにおいて、
前記固定層の縁部の近傍の前記障壁層の厚さは、前記固定層の中央部の近傍の前記障壁層の厚さより厚い
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の磁気ヘッドにおいて
前記自由層は、信号検出面から離間した領域において幅が広く形成されている
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の磁気ヘッドにおいて

前記固定層は、前記信号検出面に露出していない
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の磁気ヘッドにおいて
前記高い透磁率を有する部材は、アースに接続されている
ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の磁気ヘッドにおいて

前記固定層は、第1の強磁性層、非磁性層、及び第2の強磁性層が順次積層された積層膜を有する

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の磁気ヘッドにおいて

前記固定層と対向していない領域の前記自由層は、前記固定層から遠ざかるように曲げられている

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項9】 請求項8記載の磁気ヘッドにおいて、

前記曲げられている領域の前記自由層は、前記高い透磁率を有する部材から離間するように更に曲げられている

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項10】 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の磁気ヘッドにおいて、

前記強磁性トンネル接合素子は、前記自由層の他方の面側に形成された他の障壁層を介して前記自由層に対向し、隣接する他の反強磁性層により磁化方向が固定された他の固定層を更に有する

ことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項11】 磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されている磁気ヘッドを有する

ことを特徴とするハードディスク装置。

【請求項12】 磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されている磁気ヘッドを有するハードディスク装置を複数有する

ことを特徴とするディスクアレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ヘッド及びハードディスク装置に係り、特に強磁性トンネル接合素子を用いた磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いたハードディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ハードディスク装置は、データを読み書きするスピードが速く、記憶容量も大きいことから、広く電子機器に用いられている。

近時のハードディスク装置の記憶容量の増大はめざましいものがあるが、情報化社会の進展に伴い、更なる記憶容量の増大が求められている。

【0003】

ハードディスク装置の記憶容量の増大を実現するためには、磁気記録媒体、すなわち磁気ディスクの記録密度を高くすることが不可欠の課題である。

磁気記録媒体の記録密度の増大により、磁気記録媒体の記録ビットの大きさも小さくなるため、これに対応すべく磁気ヘッドを微細化する必要がある、また、検出感度を高くする必要がある。

【0004】

近時、検出感度の高い磁気ヘッドとして、GMR (Giant Magneto-Resistance effect) ヘッドが提案されている。

GMRヘッドは、磁性層／非磁性層／磁性層の構造を有する積層膜に外部から磁界を加えると、2つの磁性層の磁化角度の差により積層膜の電気抵抗が変化する現象、すなわちGMR効果を利用した磁気ヘッドである。

【0005】

GMR効果について、図10を用いて説明する。図10は、GMR効果を示す概念図である。

図10に示すように、GMR効果を奏する積層膜110は、磁性層114と磁性層118との間には非磁性層116が挟まれた構造になっている。 θ_1 は磁性

層 114 の磁化角度を示しており、 θ_2 は磁性層 118 の磁化角度を示している。磁性層 114 は磁化ベクトル M_1 で磁化されており、磁性層 118 は磁化ベクトル M_2 で磁化されている。

【0006】

図 10 に示すような積層膜 110 に外部から磁界を加えると、磁性層 114 の磁化角度は例えば θ_1 となり、磁性層 118 の磁化角度は例えば θ_2 となる。

磁化角度 θ_1 と磁化角度 θ_2 との差を θ とすると、 θ は

$$\theta = \theta_2 - \theta_1$$

となり、外部から磁界を加えていない状態の積層膜 110 の電気抵抗を R_S とすると、外部から磁界を加えたときの電気抵抗 R は、

$$R = R_S + 0.5 \times \Delta R (1 - \cos \Delta \theta)$$

で表される。

【0007】

なお、 ΔR は積層膜 110 の材料により異なる定数である。

また、

$$\Delta R / R_S \times 100 (\%)$$

で定義される値は MR 比といわれ、磁性層 114 に例えば Co 層、非磁性層 116 に例えば Cu 層、磁性層 118 に例えば Co 層を用いた場合には、MR 比は 5 ～ 10 % 程度となる。

【0008】

このような GMR 効果を奏する積層膜を磁気ヘッドに用いる場合には、一般に、スピバルブという構造が採用されている。なお、スピバルブ構造は、特開平 4-358310 号公報により公開されている。

スピバルブ構造について、図 11 を用いて説明する。図 11 は、スピバルブ構造の積層膜を示す断面図である。

【0009】

図 11 に示すように、スピバルブ構造の積層膜 210 は、磁性層 214、非磁性層 216、磁性層 218、及び反強磁性層 220 により構成されている。

単に磁性層 214、非磁性層 216、及び磁性層 218 の 3 層構造の積層膜で

は、外部からの磁界によって磁性層 214 の磁化方向と磁性層 218 の磁化方向とがほぼ一致してしまい、磁性層 214 の磁化角度と磁性層 218 の磁化角度の差は極めて小さい。

【0010】

そこで、スピバルブ構造の積層膜 210 では、磁性層 218 上に反強磁性層 220 が形成されている。この反強磁性層 220 により、反強磁性層 220 に接した磁性層 218 の磁化方向が固定されることとなる。そして、外部から磁界に応じて、磁性層 214 の磁化方向のみが自由に回転する。磁性層 218 は磁化方向が固定されていることから固定層といわれ、磁性層 214 は磁化方向が自由に回転することから自由層といわれる。

【0011】

磁性層 218 の磁化方向は一定に固定され、磁性層 214 の磁化方向は外部からの磁界によって自由に回転するので、外部からの磁界に応じて積層膜 210 の電気抵抗 R が変化することとなる。

次に、スピバルブ構造を用いた磁気ヘッドの動作原理について図 12 を用いて説明する。図 12 は、スピバルブ構造を用いた磁気ヘッドの動作原理を示す斜視図である。

【0012】

図 12 に示すように、自由層 214、非磁性層 216、固定層 218、及び反強磁性層 220 より成るスピバルブ構造の積層膜 210 がコア 200 として用いられており、コア 200 の両側には端子 202 が形成されている。

磁気記録媒体の記録ビット 132 からの磁界 204 に応じて自由層 214 の磁化角度 θ_1 は自由に変化するが、固定層 218 の磁化角度 θ_2 は固定されたままとなる。これにより、自由層 214 の磁化角度 θ_1 と固定層の磁化角度 θ_2 との差である θ を大きくすることができるので、記録ビット 132 が近接した際のコア 200 の電気抵抗 R の変化を大きくすることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、磁気記録媒体の記録密度が更に高くなると、トラック幅

d_1 もそれに応じて狭くなり、そのトラック幅 d_1 に対応すべく磁気ヘッドのコア幅 d_2 を狭くしなければならない。その際に単にコア幅 d_2 を狭くすると、コア 200 の電気抵抗が小さくなってしまい、検出感度が低くなってしまう。従って、コア幅 d_2 を狭くする場合には、コア 200 の高さ h も低くしなければならない。

【0014】

しかし、コア 200 の高さ h を小さくすると、図 13 に示すようにコア 200 の信号検出面 230 側とコア 200 の上部とで、反磁界の影響により磁化方向が変化しにくくなってしまうため、コア 200 の電気抵抗の変化が小さくなってしまう。図 13 は、コアの高さ h を例えば $5\mu\text{m}$ とした場合の自由層 214 の磁化方向を矢印で示したものである。楕円で囲われている領域は、自由層 214 の磁化角度 θ_1 が一定角度以上となる領域である。図 13 に示すように、自由層 214 の磁化角度 θ_1 が一定以上となる領域は小さく、しかも磁化角度 θ_1 は小さい。

【0015】

このように、提案されているスピバルブ構造の磁気ヘッドでは、小型化すると検出感度が極めて低くなってしまうため、更なる磁気記録媒体の高密度化に対応するのは困難であった。

本発明の目的は、磁気記録媒体の高密度化に対応しうる磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いた記憶容量の大きいハードディスク装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されていることを特徴とする磁気ヘッドにより達成される。これにより、自由層が高い透磁率を有する部材に接続されているので、自由層と固定層との接合領域の近傍における反磁界の影響を低減することができる。従って、接合領域における磁化方向の回転角を大きくすることができ、記録ビットが近接した際の電気抵抗の変化を大きくすることができる。これにより、自由層と固定層との接

合領域の幅を狭くした場合であっても十分に検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができ、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0017】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記高い透磁率を有する部材は、前記強磁性トンネル接合素子から離間して形成されたシールド層であることが望ましい。

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記固定層の縁部の近傍の前記障壁層の厚さは、前記固定層の中央部の近傍の前記障壁層の厚さより厚いことが望ましい。これにより、固定層の縁部の近傍の領域の障壁層を厚くしているので、固定層の縁部を除く領域、すなわち反磁界の影響の少ない領域が接合領域となる。従って、記録ビットからの磁界による強磁性トンネル接合素子の電気抵抗の変化を大きくすることができるので、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができる。

【0018】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記自由層は、信号検出面から離間した領域において幅が広く形成されていることが望ましい。これにより、自由層の幅が信号検出面から離間するに伴い広く形成され、更に信号検出面から離間した領域において幅が広く形成されているので、外部から磁界が加わっていない状態において、自由層の磁化方向が接合領域の近傍で傾いてしまうのを抑制することができる。従って、外部から磁界が加わったときに、接合領域の近傍における自由層の磁化方向の回転角を大きくすることができ、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができる。

【0019】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記固定層は、前記信号検出面に露出していないことが望ましい。これにより、固定層が信号検出面に露出していないので、固定層と磁気記録媒体との間の電位差が生じた場合でも放電が生じるのを防止することができる。また、固定層と自由層との接合領域が信号検出面から離間しているので、信号検出面が摩耗しても固定層と自由層との接合領域まで摩耗してしまうことは稀である。従って、固定層と自由層との接合領域が減少してしまうのを防止することができ、磁気記録媒体に信号検出面を接触させて用いる接触型の磁気ヘッドとしても適用することが可能となる。

【0020】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記高い透磁率を有する部材は、アースに接続されていることが望ましい。これにより、信号検出面に露出している自由層が、高い透磁率を有する部材を介してアースに接続されているので、磁気記録媒体をアースに接続することにより、自由層と磁気記録媒体との間の電位を等しくすることができる。従って、自由層と磁気記録媒体との間に電位差が生じるのを防止することができ、自由層から磁気記録媒体に向かって放電が生じるのを防止することができるので、磁気記録媒体の記録ビットの記録情報が破壊されるのを防止することができる。

【0021】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記固定層は、第1の強磁性層、非磁性層、及び第2の強磁性層が順次積層された積層膜を有することが望ましい。これにより、第1の強磁性層と第2の強磁性層との間で反強磁性カップリングを構成されるので、固定層から自由層に磁界が及ぶのを抑制することができる。従って、自由層のバイアス点がシフトしまうのを抑制することができる。

【0022】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記固定層と対向していない領域の前記自由層は、前記固定層から遠ざかるように曲げられていることが望ましい。これにより、固定層と対向していない領域の自由層が固定層から遠ざかるように曲がっているため、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を低減することができる。従って、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を受けにくくすることができるので、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0023】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記曲げられている領域の前記自由層は、前記高い透磁率を有する部材から離間するように更に曲げられていることが望ましい。これにより、高い透磁率を有する部材と強磁性トンネル接合素子との離間距離を小さくすることができるので、信号を検出する部分を微細化することができ、磁気記録媒体の更なる高記録密度化に対応することができる。

【0024】

また、上記の磁気ヘッドにおいて、前記強磁性トンネル接合素子は、前記自由層の他方の面側に形成された他の障壁層を介して前記自由層に対向し、隣接する他の反強磁性層により磁化方向が固定された他の固定層を更に有することが望ましい。これにより、2つの強磁性トンネル接合が形成されているので、これら2つの強磁性トンネル接合の出力を加算することにより高い出力感度を実現することができ、また、2つの強磁性トンネル接合の出力の差分を検出することにより同位相のノイズをキャンセルすることができる。

【0025】

また、上記目的は、磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されている磁気ヘッドを有することを特徴とするハードディスク装置により達成される。これにより、自由層と固定層との接合領域の幅を狭くした場合であっても十分に高い検出感度を得ることができ、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0026】

また、上記目的は、磁化方向が自由に回転する自由層と、障壁層を介して前記自由層の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層により磁化方向が固定された固定層とを有する強磁性トンネル接合素子を有し、前記自由層が高い透磁率を有する部材に接続されている磁気ヘッドを有するハードディスク装置を複数有することを特徴とするディスクアレイ装置により達成される。これにより、自由層と固定層との接合領域の幅を狭くした場合であっても十分に高い検出感度を得ることができ、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドを図1を用いて説明する。図1は、本実施形態による磁気ヘッドを示す断面図である。なお、図1(b)は、図1(a)の強磁性トンネル接合素子を拡大した断面図である。

【0028】

図1 (a) に示すように、本実施形態による磁気ヘッドには、外部からの磁界の変化に応じて電気抵抗が変化する強磁性トンネル接合素子10が用いられており、強磁性トンネル接合素子10は、自由層14、障壁層16、固定層18、及び反強磁性層20を有している。

自由層14は、図1 (b) に示すように、膜厚3 nmのNiFe層21、及び膜厚3 nmのCo層24より成るものである。そして、自由層14のCo層24に隣接して、膜厚1 nmのAl₂O₃層より成る障壁層16が形成されている。

【0029】

そして、障壁層16に隣接して、膜厚3 nmのCo層26、及び膜厚3 nmのNiFe層28より成る固定層18が形成されており、固定層18に隣接してNiO層より成る反強磁性層20が形成されている。

また、強磁性トンネル接合素子10から離間して、NiFe層よりなるシールド層12a、12bが形成されており、強磁性トンネル接合素子10とシールド層12a、12bとの間にはAl₂O₃層より成る非磁性層22が形成されている。なお、紙面下側が、磁気ヘッドの信号検出面30である。

【0030】

このような構造の強磁性トンネル接合素子10では、固定層18と自由層14との間に電圧を加えると、障壁層16を介して電流が流れることとなる。

図1 (a) は、磁気記録媒体の記録ビット32が強磁性トンネル接合素子10に近接している状態を示している。実際には、記録ビット32は磁気記録媒体に多数形成されているが、図1 (a) では省略されている。

【0031】

磁気記録媒体の記録ビット32が強磁性トンネル接合素子10に近接すると、自由層14の磁化方向が回転する。その一方で、固定層18は、反強磁性層20が隣接して形成されているので、磁化方向は固定されたままとなる。

本実施形態による磁気ヘッドは、図1 (a) に示すように、自由層14が信号検出面30から離間する方向に延在しており、延在した自由層14の端部がシールド層12aに接続されていることを特徴とするものである。

【0032】

本実施形態では、自由層 14 が、透磁率が高い NiFe 層よりなるシールド層 12a に接続されているため、記録ビット 32 からの磁束は自由層 14 内を容易に通過することとなる。しかも自由層 14 が信号検出面 30 から離間する方向に延在しているので、自由層 14 における反磁界の影響を低減することができ、これにより自由層 14 の磁化方向の回転角を大きくすることが可能となる。

【0033】

本実施形態による磁気ヘッドの自由層 14 の磁化方向の変化について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、記録ビットが近接した際の自由層の磁化方向を計算により求めた模式図である。矢印は磁化方向を示している。また、楕円で囲われている領域は、自由層の磁化角度が一定角度以上となる領域である。なお、図 2 は、信号検出面から約 $20\ \mu\text{m}$ の範囲の自由層の磁化方向を示している。

【0034】

スピナルブ構造を用いた磁気ヘッドでは、コアを微細化していくと、図 13 に示すように、信号検出面 230 の近傍とコア 200 の上部の近傍に反磁界の影響が生じてしまっていた。従って、記録ビット 132 が近接した際の自由層 214 の磁化角度 θ_1 は小さく、このため高い出力を得ることは困難であった。

これに対し、本実施形態では、自由層 14 が信号検出面 30 から離間する方向に延在しているので、固定層 18 と自由層 14 との接合領域の近傍において反磁界の影響が生じにくい。このため、図 2 に示すように、記録ビット 32 が近接した際の自由層 14 の磁化方向の変化は信号検出面 30 から離間した領域まで生じ、しかも磁化角度 θ_1 を大きくすることができる。

【0035】

従って、本実施形態では、従来の磁気ヘッドに比べて記録ビット 32 が近接した際の強磁性トンネル接合素子 10 の電気抵抗の変化を大きくすることができ、これにより高い検出感度を得ることができる。

このように、本実施形態では、自由層が信号検出面から離間する方向に延在し、延在した自由層の端部が透磁率の高いシールド層に接続されているので、自由層において反磁界の影響を低減することができる。これにより、自由層と固定層

との接合領域の近傍における反磁界の影響を低減することができるので、接合領域における磁化方向の回転角を大きくすることができ、記録ビットが近接した際の電気抵抗の変化を大きくすることができる。従って、接合領域の幅を狭くした場合であっても十分に検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができ、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0036】

(他の具体例(その1))

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例(その1)を図3を用いて説明する。図3は、本具体例による磁気ヘッドを示す断面図である。なお、図3(b)は、図3(a)の強磁性トンネル接合素子を拡大した断面図である。

図3に示すように、本実施形態では、反磁界の影響が少ない領域を固定層18と自由層14との接合領域34としているものである。

【0037】

すなわち、固定層18の縁部では、反磁界の影響が生じるため磁化方向の回転角が小さくなってしまいが、本具体例では、固定層18の中央部分の近傍領域の障壁層16の厚さをトンネル接合が生じる程度に薄くし、固定層18の縁部の近傍の領域の障壁層16を厚くしている。これにより、固定層18の縁部を除く領域、すなわち反磁界の影響の少ない領域が接合領域34となるので、記録ビットからの磁界による強磁性トンネル接合素子10の電気抵抗の変化を大きくすることができる。

【0038】

このように、本具体例では、反磁界の影響が小さい領域を接合領域としているので、高い検出感度を有する磁気ヘッドを提供することができる。

(他の具体例(その2))

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例(その2)を図4を用いて説明する。図4は、本具体例による磁気ヘッドを示す断面図である。

【0039】

図4に示すように、本具体例では、固定層18aが、膜厚2nmのNiFe層28、膜厚2nmのCo層26、膜厚1nmのRu層36、及び膜厚3nmのC

o層40より成る点の他は、図1に示す第1実施形態による磁気ヘッドと同様である。

本具体例では、固定層18aが、NiFe層28、Co層26、Ru層36、及びCo層40の積層膜より成るので、Co層26とCo層40との間で反強磁性カップリングが構成される。これにより、固定層18aから自由層14に磁界が及ぶのを抑制することができるので、自由層14のバイアス点がシフトしてしまうのを抑制することができる。

【0040】

このように本具体例では、固定層がNiFe層28、Co層26、Ru層36、及びCo層40の積層膜より成るので、Co層26とCo層40の間で反強磁性カップリングを構成することができ、固定層から自由層に磁界が及ぶのを抑制することができる。従って、自由層のバイアス点がシフトしてしまうのを抑制することができる。

【0041】

(他の具体例(その3))

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例(その3)を図5を用いて説明する。図5は、本具体例による磁気ヘッドを示す断面図である。なお、図5(b)は、図5(a)の強磁性トンネル接合素子を拡大した断面図である。

図5(a)に示すように、本具体例による磁気ヘッドは、固定層18が信号検出面30に露出していず、自由層14の端部が接続されているシールド層12aがアースに接続されていることを特徴とするものである。

【0042】

本具体例では、固定層18が信号検出面30に露出していないので、固定層18と磁気記録媒体(図示せず)との間の電位差が生じた場合でも放電が生じるのを防止することができる。

また、本具体例では、信号検出面30に露出している自由層14が、シールド層12aを介してアースに接続されているので、磁気記録媒体をアースに接続することにより、自由層14と磁気記録媒体との間の電位を等しくすることができる。従って、自由層14と磁気記録媒体との間に電位差が生じるのを防止するこ

とができ、これにより自由層 14 から磁気記録媒体に向かって放電が生じるのを防止することができる。従って、本具体例では、放電により記録ビットの記録情報が破壊されるのを防止することができる。

【0043】

また、本具体例では、固定層 18 と自由層 14 との接合領域 34 が信号検出面 30 から離間しているので、接合面 30 が摩耗しても固定層 18 と自由層 14 との接合領域 34 まで摩耗してしまうことは稀である。従って、固定層 18 と自由層 14 との接合領域 34 が減少してしまうのを防止することができる。

従って、本具体例によれば、磁気記録媒体に信号検出面 30 を接触させて用いる接触型の磁気ヘッドとしても適用することが可能となる。

【0044】

このように本具体例によれば、固定層が信号検出面に露出していないので、固定層と磁気記録媒体との間の電位差が生じた場合でも放電が生じるのを防止することができる。また、信号検出面に露出している自由層が、シールド層を介してアースに接続されているので、磁気記録媒体をアースに接続することにより、自由層と磁気記録媒体との間の電位を等しくすることができる。従って、自由層と磁気記録媒体との間に電位差が生じるのを防止することができ、自由層から磁気記録媒体に向かって放電が生じるのを防止することができるので、磁気記録媒体の記録ビットの記録情報が破壊されるのを防止することができる。

【0045】

また、本具体例では、固定層と自由層との接合領域が信号検出面から離間しているので、信号検出面が摩耗しても固定層と自由層との接合領域まで摩耗してしまうことは稀である。従って、固定層と自由層との接合領域が減少してしまうのを防止することができる。これにより、磁気記録媒体に信号検出面を接触させて用いる接触型の磁気ヘッドとしても適用することが可能となる。

【0046】

[第2実施形態]

本発明の第2実施形態による磁気ヘッドを図6を用いて説明する。図6は、本実施形態による磁気ヘッドを示す断面図である。図1乃至図5に示す第1実施形

態による磁気ヘッドと同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略または簡潔にする。

【0047】

図6に示すように、本実施形態による磁気ヘッドは、強磁性トンネル接合素子10aが2つの強磁性トンネル接合を有していることを特徴とするものである。

すなわち、障壁層16とほぼ同様の障壁層16aが自由層14を中心として面对称に形成されており、固定層18とほぼ同様の固定層18bが自由層14を中心として面对称に形成されている。

【0048】

また、反強磁性層20とほぼ同様の反強磁性層20aが自由層14を中心として面对称に形成されている。

記録ビット（図示せず）が強磁性トンネル接合素子10aに近接すると、固定層18の磁化方向は、固定層18bの磁化方向と同様になる。

強磁性トンネル接合10aが2つの強磁性トンネル接合を有するので、これら2つの強磁性トンネル接合の出力を加算することにより高い検出感度を実現することができる。

【0049】

また、強磁性トンネル接合素子10aの2つの強磁性トンネル接合の出力の差分を検出することにより、同位相のノイズをキャンセルすることができる。

このように本実施形態によれば、自由層を中心として2つの強磁性トンネル接合が面对称に形成されているので、これら2つの強磁性トンネル接合の出力を加算することにより高い出力感度を実現することができ、また、2つの強磁性トンネル接合の出力の差分を検出することにより同位相のノイズをキャンセルすることができる。

【0050】

[第3実施形態]

本発明の第3実施形態による磁気ヘッドを図7を用いて説明する。図7は、本実施形態による磁気ヘッドの側面図である。図1乃至図6に示す第1又は第2実施形態による磁気ヘッドと同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略

または簡潔にする。

【0051】

図7に示すように、本実施形態による磁気ヘッドは、自由層14aの形状に特徴がある。すなわち、自由層14aの幅は、信号検出面30の近傍や、固定層18と自由層14aとの間の接合領域34の近傍では固定層18の幅より若干広い程度であるが、信号検出面30から離間するに伴い徐々に広がっている。そして更に信号検出面30から離間すると、自由層14aの幅は非常に広がっている。

【0052】

自由層を単に長方形に形成した場合には、外部から磁界が加えられない状態においても、自由層の磁化方向が自由層の長手方向に傾いてしまうこととなる。しかし、本実施形態では、図7に示すような形状にしているので、外部から磁化を加えていない状態において接合領域34の近傍において自由層14aの磁化方向が傾いてしまうのを防止することができる。これにより、外部から磁界が加わったときに、接合領域34の近傍において自由層14aの磁化方向が十分に回転するので、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【0053】

このように本実施形態では、自由層の幅が信号検出面から離間するに伴い広く形成され、更に信号検出面から離間した領域において自由層の幅が非常に広がっているため、外部から磁界が加わっていない状態において、自由層の磁化方向が接合領域の近傍で傾いてしまうのを抑制することができる。従って、外部から磁界が加わったときに、接合領域の近傍における自由層の磁化方向の回転角を大きくすることができ、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができる。

【0054】

〔第4実施形態〕

本発明の第4実施形態による磁気ヘッドを図8を用いて説明する。図8は、本実施形態による磁気ヘッドを信号検出面側から見た平面図である。図8に示す第1乃至第3実施形態による磁気ヘッドと同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略または簡潔にする。

【0055】

図8に示すように、本実施形態による磁気ヘッドは、固定層18と自由層14bとの間の接合領域34を除く領域の自由層14bが、固定層18から遠ざかるように曲がっていることを特徴とするものである。

固定層18と自由層14bとの接合領域34を除く領域の自由層14bが、固定層18から遠ざかるように曲がっているので、磁気記録媒体の高記録密度化によりトラック間の距離が狭くなった場合であっても、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を受けにくくすることができる。

【0056】

このように本実施形態では、固定層と自由層との接合領域を除く領域の自由層が固定層から遠ざかるように曲がっているので、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を低減することができる。これにより隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を受けにくくすることができるので、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。

【0057】

(他の具体例(その1))

本発明の第4実施形態による磁気ヘッドの他の具体例を図9を用いて説明する。図9は本具体例による磁気ヘッドを信号検出面側から見た平面図である。

図9に示すように、本具体例では、固定層18と自由層14cとの間の接合領域34を除く領域の自由層14cが、固定層18から遠ざかるように曲がっており、曲がっている自由層14cが更にシールド層12aから遠ざかるように曲がっている。これによりシールド層12aとシールド層12bとの離間距離を小さくすることができるので、信号を検出する部分を微細化することができ、磁気記録媒体の更なる高記録密度化に対応することができる。

【0058】

このように本具体例では、固定層と自由層との間の接合領域を除く領域の自由層が、固定層から遠ざかるように曲がっており、曲がっている自由層が更にシールド層から遠ざかるように曲がっている。これにより、シールド層間の離間距離を小さくすることができるので、信号を検出する部分を微細化することができ、

磁気記録媒体の更なる高記録密度化に対応することができる。

【0059】

〔変形実施形態〕

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

例えば、上記実施形態では、自由層をシールド層に接続したが、自由層はシールド層のみならず、高い透磁率を有する磁性体に適宜接続すればよい。

また、上記実施形態では、磁気ヘッドについて説明したが、上記のような磁気ヘッドを用いてハードディスク装置を提供することができる。また、かかるハードディスク装置を複数用いてディスクアレイ装置を提供することもできる。

【0060】

また、上記実施形態では、自由層や固定層の材料としてNiFe層やCo層を用いたが、自由層や固定層の材料はNiFe層やCo層に限定されるものではなく、強磁性トンネル接合を実現しうる層であれば、他のあらゆる層を自由層や固定層に用いることができる。

【0061】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、自由層が高い透磁率を有する部材であるシールド層に接続されているので、自由層と固定層との接合領域の近傍における反磁界の影響を低減することができる。従って、接合領域における磁化方向の回転角を大きくすることができ、記録ビットが近接した際の電気抵抗の変化を大きくすることができる。これにより、自由層と固定層との接合領域の幅を狭くした場合であっても十分に検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができ、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。そして、この磁気ヘッドを用いることにより、大きい記憶容量を有するハードディスク装置やディスクアレイ装置を提供することができる。

【0062】

また、本発明によれば、固定層の縁部の近傍の領域の障壁層を厚くしているので、固定層の縁部を除く領域、すなわち反磁界の影響の少ない領域が接合領域となる。従って、記録ビットからの磁界による強磁性トンネル接合素子の電気抵抗

の変化を大きくすることができるので、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができる。

【0063】

また、本発明によれば、自由層の幅が信号検出面から離間するに伴い広く形成され、更に信号検出面から離間した領域において幅が広く形成されているので、外部から磁界が加わっていない状態において、自由層の磁化方向が接合領域の近傍で傾いてしまうのを抑制することができる。従って、外部から磁界が加わったときに、接合領域の近傍における自由層の磁化方向の回転角を大きくすることができ、検出感度の高い磁気ヘッドを提供することができる。

【0064】

また、本発明によれば、固定層が信号検出面に露出していないので、固定層と磁気記録媒体との間の電位差が生じた場合でも放電が生じるのを防止することができる。また、固定層と自由層との接合領域が信号検出面から離間しているので、信号検出面が摩耗しても固定層と自由層との接合領域まで摩耗してしまうことは稀である。従って、固定層と自由層との接合領域が減少してしまうのを防止することができ、磁気記録媒体に信号検出面を接触させて用いる接触型の磁気ヘッドとしても適用することが可能となる。

【0065】

また、本発明によれば、信号検出面に露出している自由層が、高い透磁率を有する部材を介してアースに接続されているので、磁気記録媒体をアースに接続することにより、自由層と磁気記録媒体との間の電位を等しくすることができる。

従って、自由層と磁気記録媒体との間に電位差が生じるのを防止することができ、自由層から磁気記録媒体に向かって放電が生じるのを防止することができるので、磁気記録媒体の記録ビットの記録情報が破壊されるのを防止することができる。

【0066】

また、本発明によれば、NiFe層、Co層、Ru層、及びCo層より成る積層膜を固定層として用いるので、Co層とCo層との間で反強磁性カップリングが構成される。これにより、固定層から自由層に磁界が及ぶのが抑制されるので

、自由層のバイアス点がシフトしまうのを抑制することができる。

また、本発明によれば、固定層と対向していない領域の自由層が固定層から遠ざかるように曲がっているので、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を低減することができる。従って、隣接するトラックの記録ビットからの磁界の影響を受けにくくすることができるので、磁気記録媒体の高記録密度化に対応することができる。そして更に、固定層と対向していない領域の自由層が固定層から遠ざかるように曲がっており、曲がっている自由層が更にシールド層から遠ざかるように曲がっているので、シールド層間の離間距離を小さくすることができる。これにより、信号を検出する部分を微細化することができ、磁気記録媒体の更なる高記録密度化に対応することができる。

【0067】

また、本発明によれば、強磁性トンネル接合素子に2つの強磁性トンネル接合が形成されているので、これら2つの強磁性トンネル接合の出力を加算することにより高い出力感度を実現することができ、また、2つの強磁性トンネル接合の出力の差分を検出することにより同位相のノイズをキャンセルすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドを示す断面図である。

【図2】

記録ビットが近接した際の自由層の磁化方向を示す模式図である。

【図3】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例（その1）を示す断面図である。

【図4】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例（その2）を示す断面図である。

【図5】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの他の具体例（その3）を示す断面図

である。

【図6】

本発明の第2実施形態による磁気ヘッドを示す断面図である。

【図7】

本発明の第3実施形態による磁気ヘッドを示す側面図である。

【図8】

本発明の第4実施形態による磁気ヘッドを示す平面図である。

【図9】

本発明の第4実施形態による磁気ヘッドの他の具体例を示す平面図である。

【図10】

GMR効果を示す概念図である。

【図11】

スピバルブ構造の積層膜を示す断面図である。

【図12】

スピバルブ構造を用いた磁気ヘッドの動作原理を示す斜視図である。

【図13】

記録ビットが近接した際の自由層の磁化方向を示す模式図である。

【符号の説明】

- 10…強磁性トンネル接合素子
- 10a…強磁性トンネル接合素子
- 12a、12b…シールド層
- 14…自由層
- 14a…自由層
- 14b…自由層
- 14c…自由層
- 16…障壁層
- 16a…障壁層
- 18…固定層
- 18a…固定層

18b…固定層
20…反強磁性層
20a…反強磁性層
21…NiFe層
22…非磁性層
24…Co層
26…Co層
28…NiFe層
30…信号検出面
32…記録ビット
34…接合領域
36…Ru層
40…Co層
110…積層膜
114…磁性層
116…非磁性層
118…磁性層
132…記録ビット
200…コア
202…端子
204…磁界

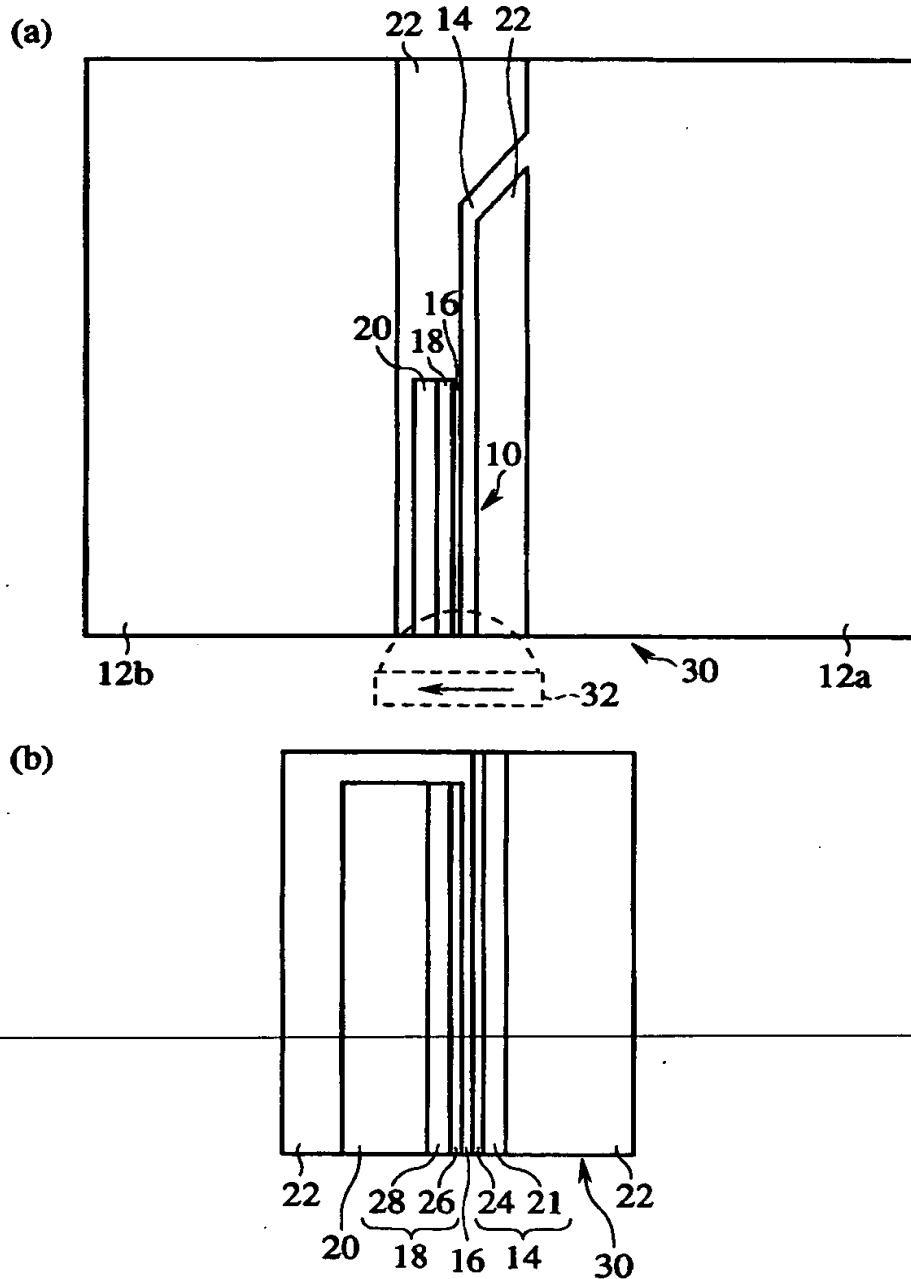
210…積層膜
214…磁性層
216…非磁性層
218…磁性層
220…反強磁性層
230…信号検出面

特平 10-308989

【書類名】 図面

【図 1】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドを示す断面図



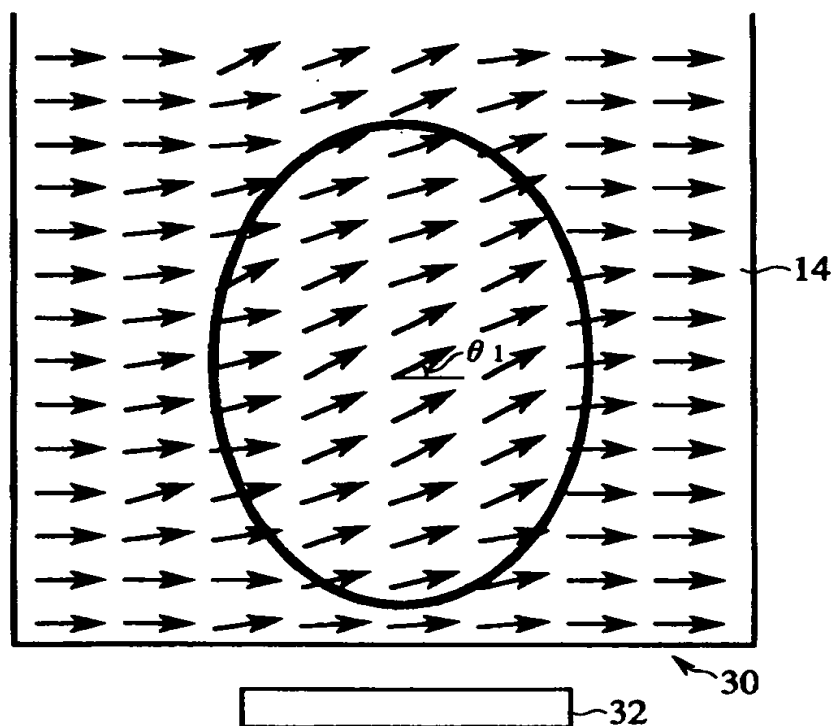
10…強磁性トンネル接合素子
12a、12b…シールド層
14…自由層
16…障壁層
18…固定層

20…反強磁性層
21…NiFe層
22…非磁性層
24…Co層
26…Co層

28…NiFe層
30…信号検出面
32…記録ビット

【図 2】

記録ビットが近接した際の自由層の磁化方向を示す
模式図

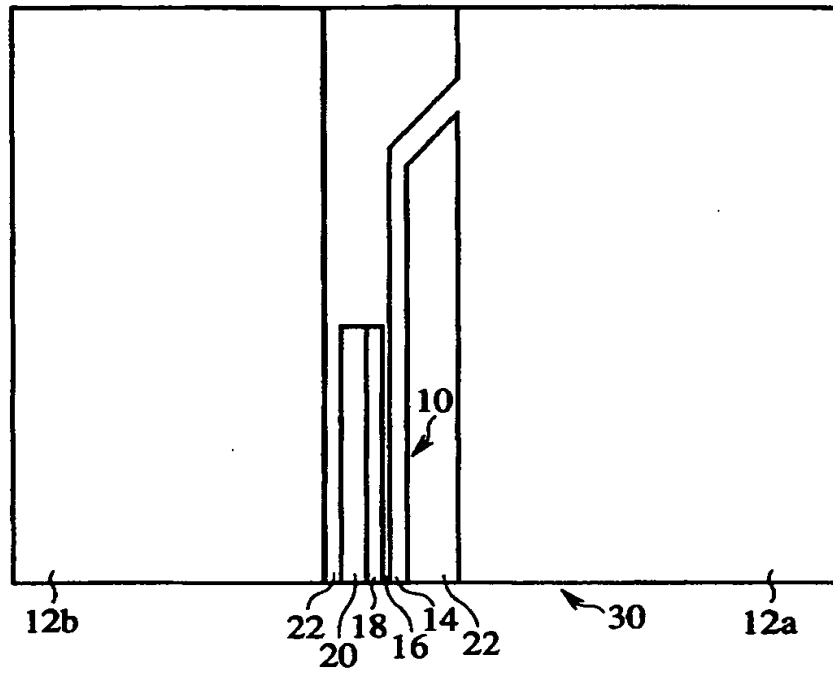


14…自由層
30…信号検出面
32…記録ビット

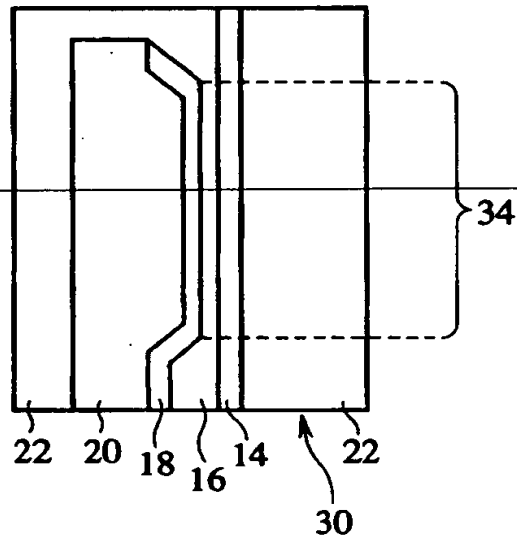
【図3】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの
他の具体例(その1)を示す断面図

(a)



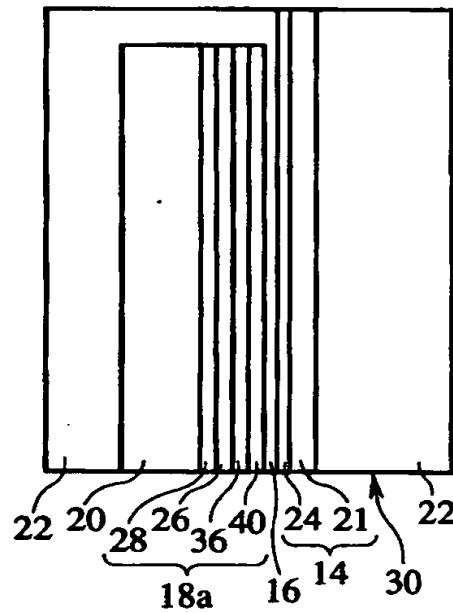
(b)



34…接合領域

【図4】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの
他の具体例(その2)を示す断面図

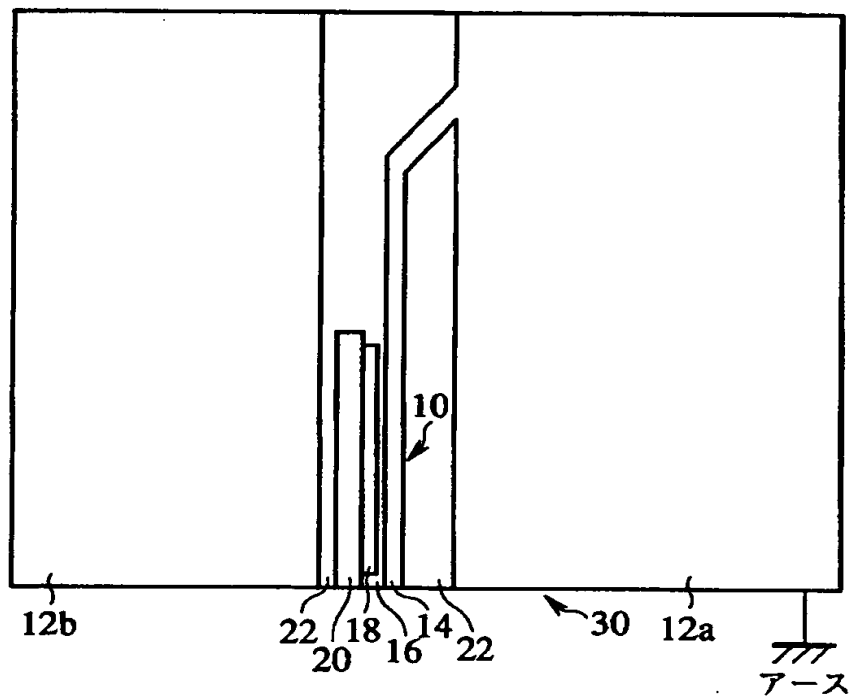


18a…固定層
36…Ru層
40…Co層

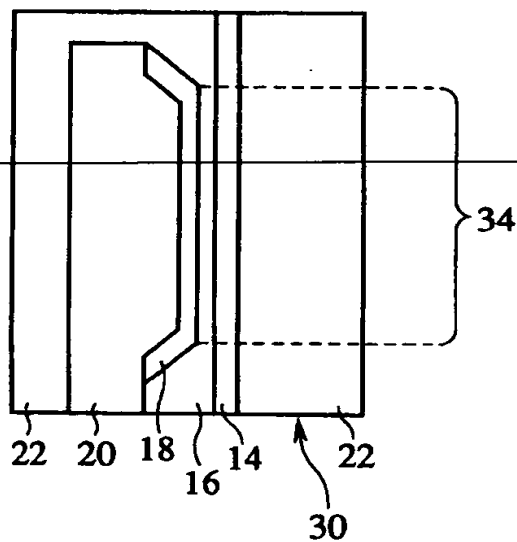
【図5】

本発明の第1実施形態による磁気ヘッドの
他の具体例(その3)を示す断面図

(a)

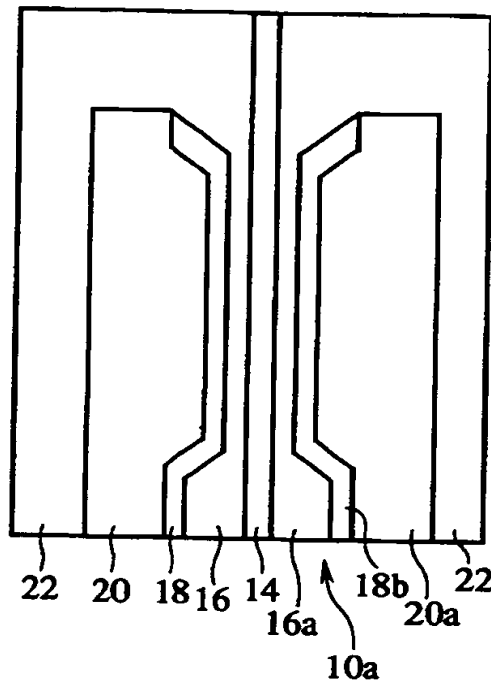


(b)



【図 6】

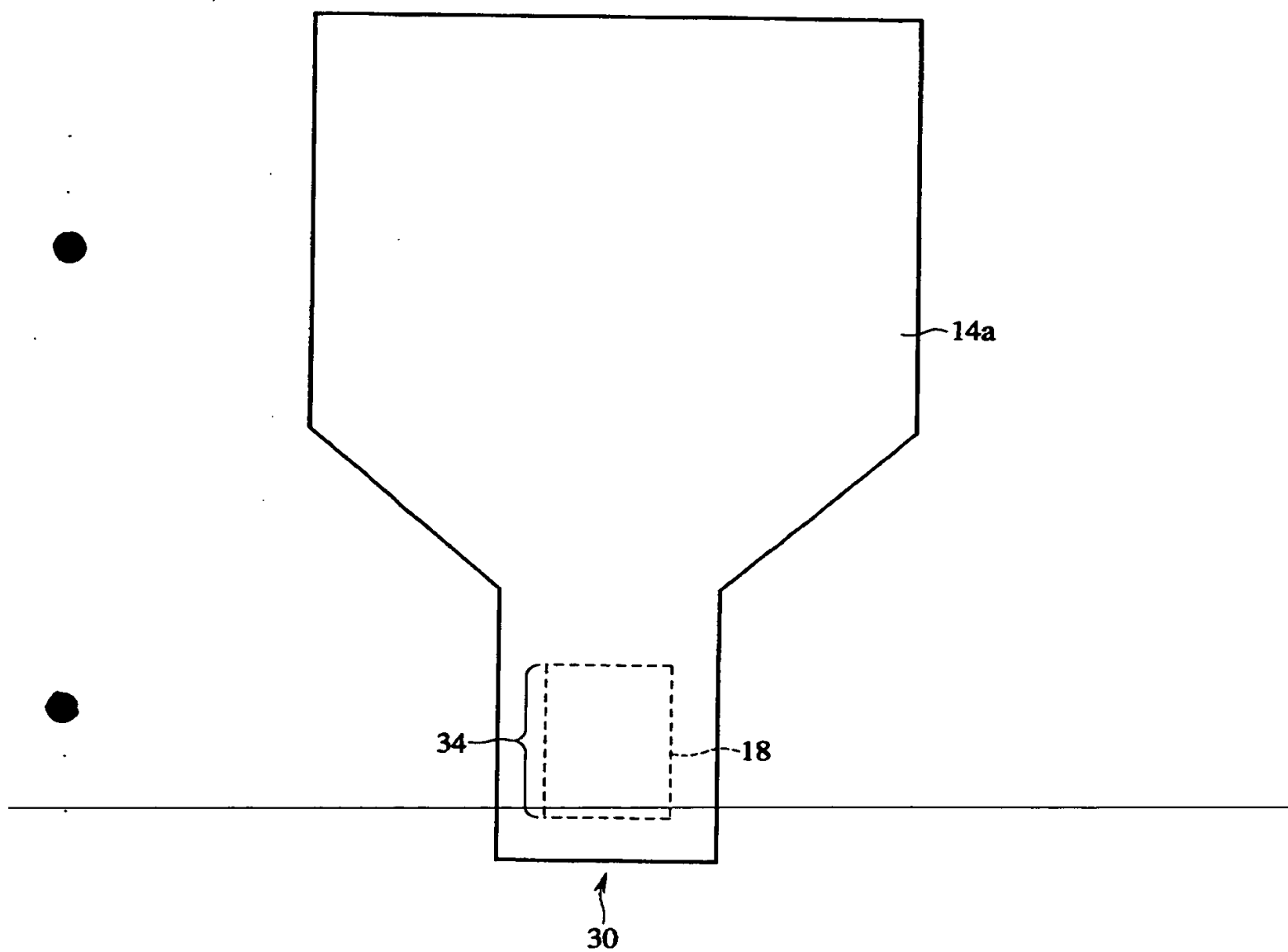
本発明の第2実施形態による磁気ヘッドを示す断面図



- 10a…強磁性トンネル接合素子
- 14…自由層
- 16…障壁層
- 16a…障壁層
- 18…固定層
- 18b…固定層
- 20…反強磁性層
- 20a…反強磁性層
- 22…非磁性層

【図 7】

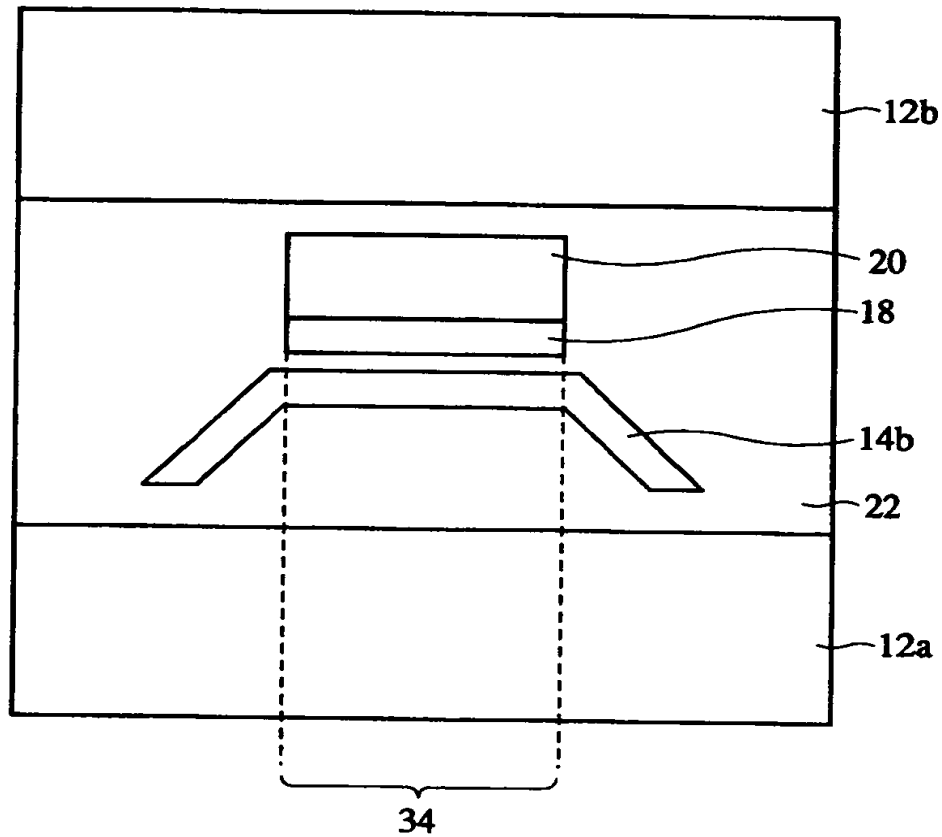
本発明の第3実施形態による磁気ヘッドを示す側面図



14a...自由層
18...固定層
30...信号検出面
34...接合領域

【図 8】

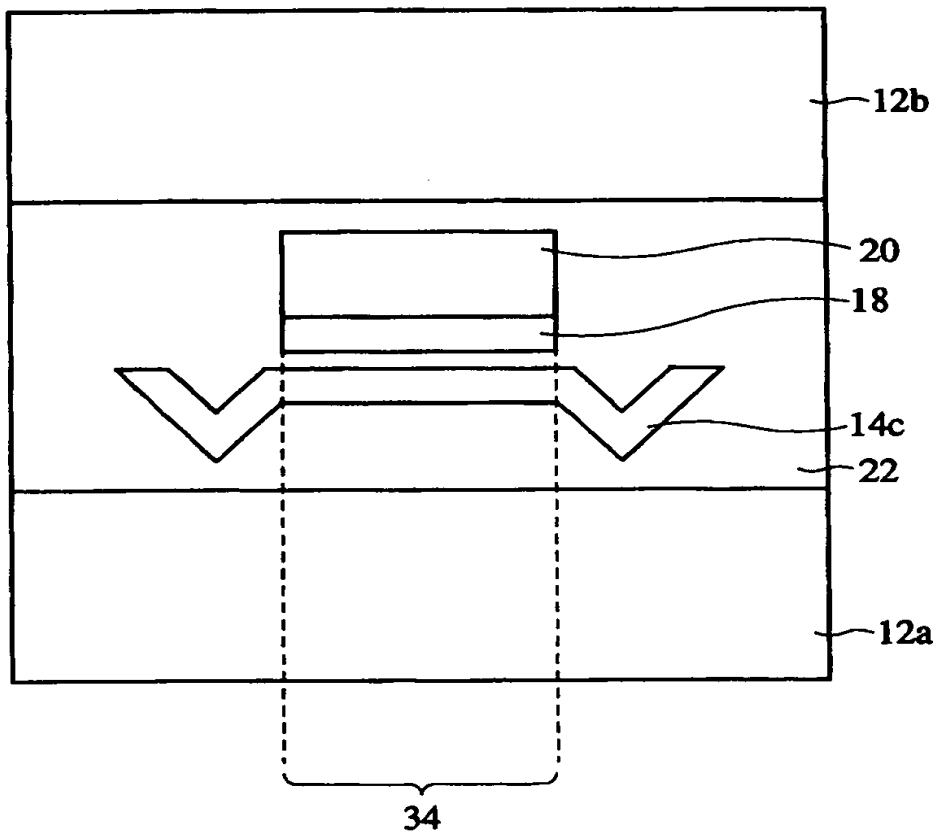
本発明の第4実施形態による磁気ヘッドを示す平面図



12a、12b…シールド層
 14b…自由層
 18…固定層
 20…反強磁性層
 22…非磁性層
 34…接合領域

【図9】

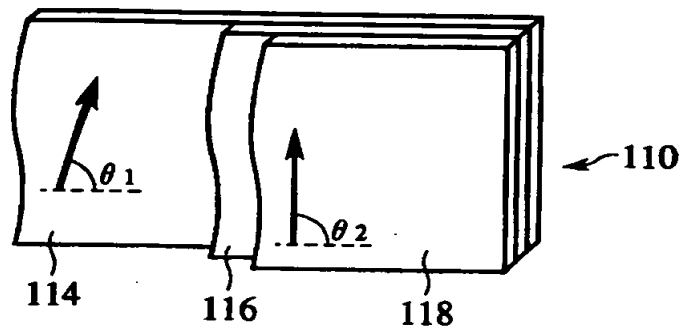
本発明の第4実施形態による磁気ヘッドの
他の具体例を示す平面図



14c…自由層

【図 10】

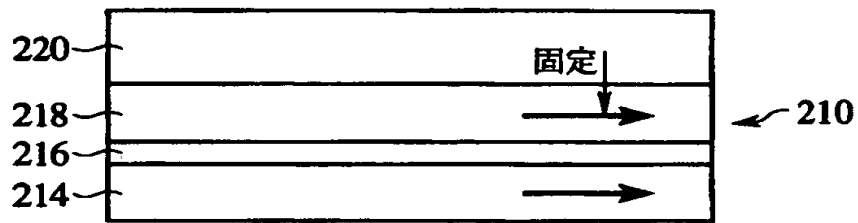
GMR効果を示す概念図



- 110…積層膜
- 114…磁性層
- 116…非磁性層
- 118…磁性層

【図 11】

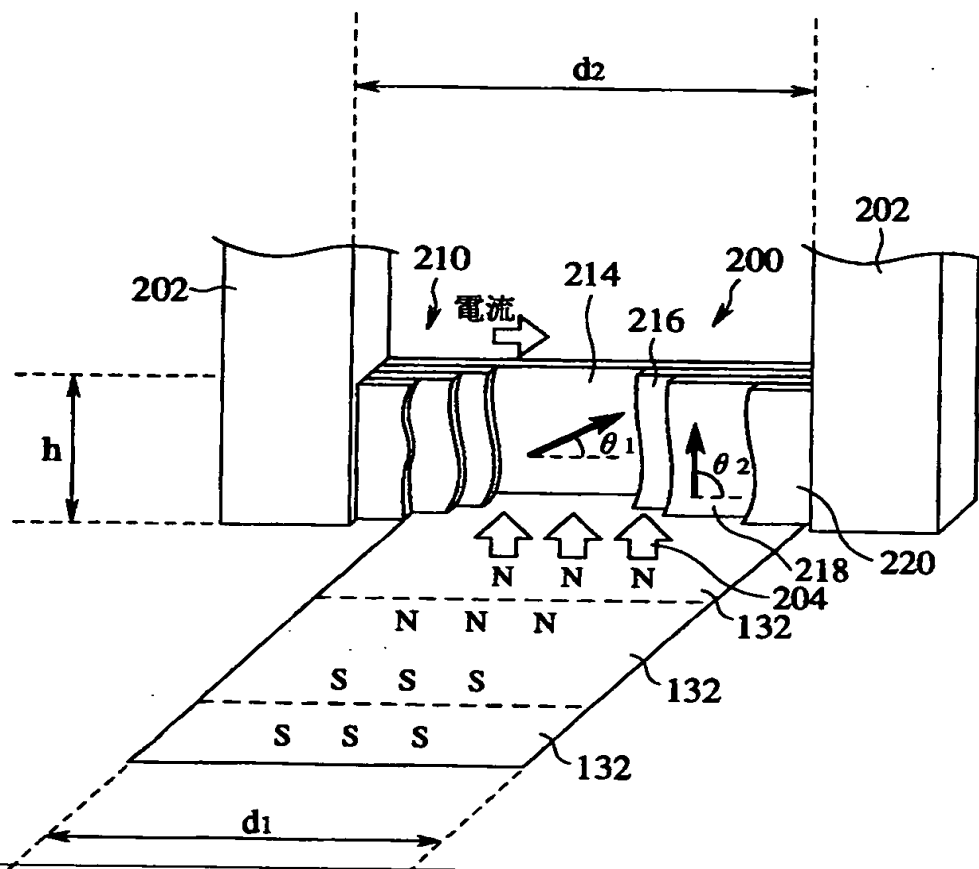
スピバルブ構造の積層膜を示す断面図



210…積層膜
214…磁性層
216…非磁性層
218…磁性層
220…反強磁性層

【図 12】

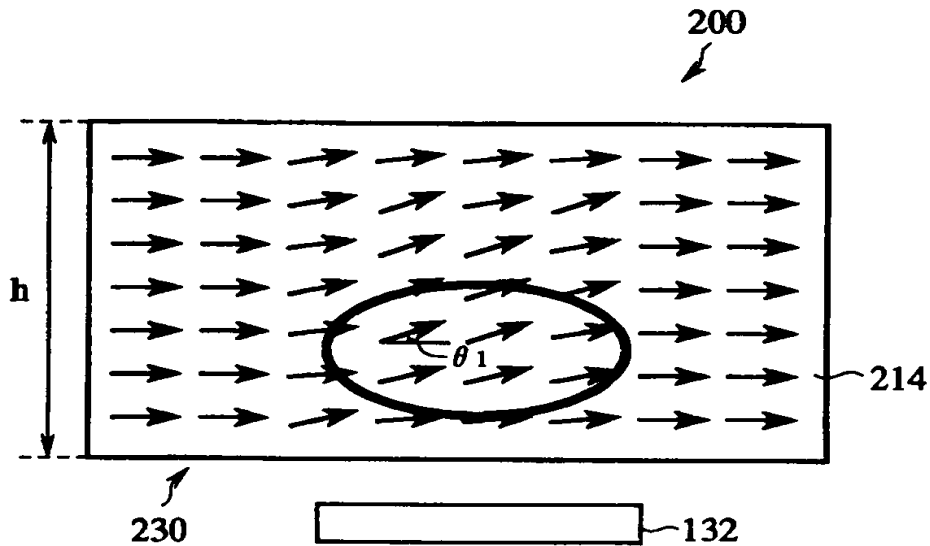
スピンバルブ構造を用いた磁気ヘッドの
動作原理を示す斜視図



- 132…記録ビット
- 200…コア
- 202…端子
- 204…磁界
- 210…積層膜
- 214…磁性層
- 216…非磁性層
- 218…磁性層
- 220…反強磁性層

【図 13】

記録ビットが近接した際の自由層の
磁化方向を示す模式図



132…記録ビット
200…コア
214…磁性層
230…信号検出面

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気記録媒体の高密度化に対応しうる磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを用いた記憶容量の大きいハードディスク装置を提供する。

【解決手段】 磁化方向が自由に回転する自由層 14 と、障壁層 16 を介して自由層 14 の一方の面に対向し、隣接する反強磁性層 20 により磁化方向が固定された固定層 18 とを有する強磁性トンネル接合素子 10 を有し、自由層 14 が高い透磁率を有する部材 12 a に接続されている。

【選択図】 図 1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000005223

【住所又は居所】

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

【氏名又は名称】

富士通株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100087479

【住所又は居所】

東京都新宿区大京町9番地 エクシード四谷2階

北野国際特許事務所

【氏名又は名称】

北野 好人

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日

1996年 3月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名

富士通株式会社
